



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

RAKENNETIEDON LISÄÄMINEN SÄHKÖNJAKELUN VERKKOTIETO- JÄRJESTELMÄÄN

TEKIJÄ: Salla Ryhänen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä Salla Ryhänen			
Työn nimi Rakennetiedon lisääminen sähkönjakelun verkkotietojärjestelmään			
Päiväys	7.6.2013	Sivumäärä/Liitteet	24+3
Ohjaaja(t) yliopettaja Juhani Rouvali, koulutus- ja kehittämisspäällikkö Esko Pöllänen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää mahdollisuutta lisätä sähkönjakelun verkkotietojärjestelmään rakennetietoja ja muuta lisäinformaatiota. Pyrkimyksenä oli luoda Savonia-ammattikorkeakoulun sähkötekniikan opetusta varten esimerkkiverkko, jonka avulla voitaisiin sähkönjakelutekniikkaa sekä verkostosuunnittelua opettaa entistä havainnollisemmin.</p> <p>Savonia-ammattikorkeakoululla on käytössään ABB:n verkkotietojärjestelmä Integra, jossa sähköverkko esitetään hyvin pelkistettynä symboliverkkona karttapohjalla. Työn ensimmäinen vaihe oli selvittää, pystyykö ohjelmaan liittämään halutun kaltaista lisätietoa. Lisäksi selvitettiin haluttujen dokumenttien saatavuus ja käytettävyys. Materiaaleja saatiin muun muassa Savon Voima Verkko Oy:ltä sekä HeadPower-portaalista. Valokuva-aineisto tuotettiin itse.</p> <p>Seuraava vaihe oli itse verkon rakentaminen verkkotietojärjestelmään. Integraan lisättiin uudet karttapohjat, joiden päälle rakennettiin esimerkkiverkko, joka koostuu sähköasemasta, yhdestä keskijännitelähdöstä sekä lähdön viidestä pienjännitemuuntopiiristä. Tähän verkkoon lisättiin kerätty dokumenttiaineisto.</p> <p>Lopputuloksena saatiin esimerkkiverkko verkon komponentteja ja niiden valintaa havainnollistavine dokumentteineen. Opetusalusta tehtiin yhdelle työpisteelle, joka on irrotettu koulun verkosta niin, ettei verkkotietojärjestelmä päivity automaattisesti kaikille työpisteille. Opetusalustaa pystyy ja pitää vielä kehittää, jotta siitä saataisi paras hyöty opetuksessa.</p>			
Avainsanat sähkönjakelu, verkkotietojärjestelmä, opetusmateriaali			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author Salla Ryhänen			
Title of Thesis Adding Structure Data to Distribution Network Information System			
Date	7 June 2013	Pages/Appendices	24+3
Supervisor(s) Mr. Juhani Rouvali, Principal Lecturer, Mr. Esko Pöllänen, Head of Education and Development			
Client Organisation /Partners Savonia University of Applied Sciences			
<p>Abstract</p> <p>This thesis was made for Savonia University of Applied Sciences. The aim was to find out if it is possible to add structure data and other documents to a distribution network information system. If possible, the purpose was to create an example network for educational purposes which could be used in the teaching of network planning and electric distribution.</p> <p>Savonia uses ABB's network information system, Integra. In the network information system the grid is shown as a network of symbols. First, it had to be solved if it was possible to add the wanted information in the system. Also, the data had to be obtained and make sure that it could be used in the example network.</p> <p>Next phase was to create the example network into the system. New base maps were added and the network was drawn. The example network includes an electric station, one medium voltage line and five low voltage circuits. Collected documents were added to this network</p> <p>As a result of this thesis, an example network was made to one of Savonia's computers. The example network does not appear on all work stations until the computer is connected back to school network. The example network can be modified quite easily and it should be improved so that it could be used in the most beneficial way.</p>			
Keywords distribution, network information system, study material			

ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö oli aiheena mielenkiintoinen ja tarjosi haasteita. Pitkän opiskelija-aktiivin ”uran” tehneenä opetuksen kehittäminen on lähellä sydäntäni. Tähän on hyvä päättää insinööriopinnot ja jatkaa työelämän haasteisiin.

Kiitokset työn alkuun saamisessa auttaneille Savon Voima Verkon Matti Huoviselle, joka oli mukana kiertämässä valokuvareissulla sekä toimitti tausta-aineistoa, ja ABB:n Pentti Juutille, joka tarjosi neuvoja Integran saloihin, kun niitä tarvitsin.

Suuret kiitokset haluan osoittaa Juhani Rouvalille ohjauksesta ja motivoivasta asenteestaan opetus-työtään kohtaan.

Lopuksi kiitos perheelleni ja läheisilleni tuesta ja eteenpäin työntämisestä. Ilman teitä en olisi tässä.

Kuopiossa 7.6.2013

Salla Ryhänen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	LÄHTÖKOHDAT	7
2.1	Lähtötilanne	7
2.2	DMS 600/Integra.....	8
2.3	Yleistietoa verkkotietojärjestelmistä.....	8
3	YRITYKSET APUNA	10
3.1	ABB:n verkkotietojärjestelmä.....	10
3.2	Esimerkkiverkko Savon Voima Verkolta	10
3.3	Rakennekuvia HeadPower Oy:ltä.....	10
4	MATERIAALIEN KOKOAMINEN	11
4.1	Ohjelmaan ja sen mahdollisuuksiin tutustuminen	11
4.2	Materiaalit	12
4.3	Karttapohjat	13
5	ESIMERKKIVERKON TEKEMINEN.....	14
5.1	Karttapohjien vieminen Integraan	14
5.2	Verkon piirtäminen	16
5.3	Rakenne- ja valokuvien sekä muun lisätiedon lisääminen	18
6	VALMIS OPETUSALUSTA JA SEN KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET	20
6.1	Havainnollistavuus.....	20
6.2	Tuki teorialle.....	20
6.3	Suunnitteluharjoitukset	21
6.4	Opetusalustan kehittäminen	21
7	YHTEENVETO.....	23

LÄHTEET

LIITTEET

1 JOHDANTO

Verkkotietojärjestelmiä käytetään yleisesti sähkönjakeluyhtiöissä työvälineinä. Niiden avulla dokumentoidaan, suunnitellaan sekä käytetään sähköverkkoa. Suomessa on käytössä useita eri verkkotietojärjestelmiä, mutta niiden perustoiminnot ovat likimain samat.

Savonia-ammattikorkeakoulu kouluttaa sähkötekniikan insinöörejä ja yksi suuntautumisvaihtoehtoista on sähkönjakelutekniikka. Eräs koulutuksen osa-alue on verkostosuunnittelu, jota nykyään tehdään tietokoneavusteisesti. Savonia-ammattikorkeakoululla on tätä varten käytössään ABB Oy:n MicroSCADA Pro Distribution Management System DMS 600 (DMS600) -ohjelmisto.

Savonia-ammattikorkeakoulun insinööriopiskelijat tulevat erilaisista lähtökohdista. Osalla opiskelijoista on taustallaan ylioppilastutkinto, toisilla ammattitutkinto. Osa opiskelijoista on jo ehtinyt olla alan töissä ja heidän tietonsa opiskeltavan alan välineistöstä ovat hyvät, kun taas toiset eivät välttämättä tunne välineistöä lainkaan. Esimerkiksi sähköalalla asentajakoulutuksen saanut tunnistanee erilaisia sähköverkon osia yleisnimityksen lisäksi malleineen ja tyyppitietoineen sekä tietää millaisissa paikoissa kyseisiä osia käytetään. Alaan aiemmin perehtymätön ylioppilas taas saattaa tunnistaa osia yleisnimitykseltään ilman sen tarkempaa tietoa niistä.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää mahdollisuus lisätä DMS600-ohjelmaan uusi esimerkkiverkko, johon liitettäisiin havainnollistavaa verkon rakennetietoa kuten valokuvia, rakennekuvia, verkostosuosituksia sekä standardeja. Mahdollisuuden mukaan ohjelmaan lisättäisiin esimerkkiverkko ja näin muodostettaisiin opetusala, jolla pyritään parantamaan kokonaiskuvan muodostamista opiskelijalle sähköverkon rakenteesta ja sen komponenttien valinnasta.

2 LÄHTÖKOHDAT

2.1 Lähtötilanne

Sähköverkko koostuu erilaisista komponenteista kuten kaapeleista, muuntajista, erottimista ja releistä. Näitä verkkoja suunnittelevat sähkötekniikan insinöörit. Jokaiseen verkkoon tulee valita sähköteknisesti oikein mitoitettut osat sen toiminnan ja kannattavuuden takaamiseksi. Sähköverkkoka on monentyyppisiä ja insinöörit suuntautuvatkin jo usein opinnoissaan erityyppisten verkkojen pariin. Teollisuuden sähköverkot, sähköjakeluverkot, talosähköverkot sekä autosähkö ovat esimerkkejä insinöörien suuntautumisaloista.

Sähkötekniikan koulutusohjelmassa Savonia-ammattikorkeakoulussa tarjotaan ammattiaineiden kursseina muun muassa sähköjakelutekniikan opintoja ja tietokoneavusteista verkostosuunnittelua. Sähköjakelutekniikan kursseilla pääasiallisesti perehdytään verkostolaskentaan ja tietokoneavusteisen verkostosuunnittelun kurssilla verkon sähköiseen suunnitteluun. Sähköjakelutekniikan kursseilla on saatettu tehdä vierailuja sähköasemalle, ja koulun suurjännitelaboratorioon tutustuminen kuuluu myös sähköjakelutekniikan konkreettisempaan opetukseen. Vaikka sähköverkon komponentteja mitoitetaan ja niiden sijoittamista verkkoon suunnitellaan, koulutuksen aikana nähdään itse komponentteja hyvin vähän. Kaikilla opiskelijoilla ei välttämättä ole ennalta kokemusta kyseisistä komponenteista.

Kurssien opetusmateriaalien kehittämiseksi ja oppimisen helpottamiseksi haluttiin kehittää opetusalausta, jossa samalla opittaisiin käyttämään verkkotietojärjestelmää ja pystyttäisiin havainnollisemmin opettelemaan verkon komponentteja, niiden mitoituksen periaatteita sekä käyttötarkoitusta. Opiskelijalle jäisi kokonaisvaltaisempi mielikuva sähköverkon rakenteesta hänen lähtökohdistaan huolimatta.

2.2 DMS 600/Integra

DMS600-ohjelma on paikkatietoon perustuva verkonhallintajärjestelmä, joka tunnetaan myös nimellä Integra. Sähköverkko esitetään ohjelmassa erittäin yksinkertaistettuna viivaesityksenä tasokuvassa, jossa sen komponentteja kuvataan ympyröillä, neliöillä ja viivoilla. Kaikki komponenttitieto, kuten sähköiset arvot, malli ja merkki, esitetään luetteloina, eikä komponentista anneta havainnollistavaa kuvaa.

Integra on osa MicroSCADA-järjestelmää, johon kuuluu SCADA-toiminnot. SCADA tulee sanoista *Supervisory control and data acquisition* ja tarkoittaa järjestelmää, jolla valvotaan ja ohjataan sähköverkon toimintaa. SCADAn päätoimintoja ovat muun muassa verkon kytkentätilojen hallinta, kauko- käyttö ja kaukomittaukset. Integraa voidaan käyttää SCADA:n kanssa tai ilman sitä. (ABB Oy 2009, 23, 25.)

2.3 Yleistietoa verkkotietojärjestelmistä

Ensimmäiset verkkotietojärjestelmät tulivat 1960-luvulla. Niiden kohteena olivat laiterekisterit, joiden tietoihin lisättiin verkon tietoja verkon topologiasta sekä linkki laskutustietoihin. Näin pystyttiin suorittamaan tehonjako- ja oikosulkulaskelmia. (Lakervi & Partanen 2008.)

Nykyiset verkkotietojärjestelmät ovat laajoja ja monipuolisia graafisia tietojärjestelmiä. Niiden tavoitteena on toimia havainnollisena verkon ja laitetietojen käyttöliittymänä erilaisille verkostosuunnittelun ja rakentamisen sekä käytön ja kunnossapidon suunnittelu- ja dokumentointisovelluksille. Käyttöliittymän perustana ovat sähköyhtiön käyttämät kartta- ja kaaviomuodot. (Lakervi & Partanen 2008.)

Verkkotietojärjestelmissä on toimittajan ja sähköyhtiön mukaan vaihtelevia sovelluksia. Yleissovelluksia ovat esimerkiksi karttojen ja kaavioiden tulostus, yhteenvetojen ja raporttien teko esimerkiksi verkon komponenteista sekä tietojen ylläpito ja hallinta. Muita suunnitteluun ja käyttöön liittyviä sovelluksia ovat muun muassa verkostotöihin liittyvien suunnitelmadokumenttien teko, verkostomuutosten ja verkon käytön teknis-taloudellinen suunnittelu, kytkentätilan hallinta sekä vikojen paikannus ja käytön palautus. (Lakervi & Partanen 2008.)

Verkostosuunnittelussa tärkeimmät ominaisuudet mitä verkkotietojärjestelmissä on, ovat verkostomuutosten teknis-taloudellinen suunnittelu ja hallinta, suunnitelmadokumenttien, kuten suunnitelmakarttojen ja kustannusarvioiden, teko sekä sopimusten hallinta. Verkkotietojärjestelmän avulla jokaisella suunnittelijalla on käytössään tarvittavat verkon tiedot, laskentarutiinit ja tulostus mahdollisuudet. (Lakervi & Partanen 2008.)

Monimutkaisissa suunnittelualgoritmeissa on omat puutteensa ja siksi laajoihin optimointitehtäviin tarkoitettuja laskentamalleja on verkkotietojärjestelmissä vähän. Yksinkertaisia johto-osan kokonaiskustannuksia ja kaapelinpoikkipinnan optimointia voidaan verkkotietojärjestelmillä suorittaa enemmän. Täten suunnittelijan oma ammattitaito ja kokemus ovatkin suuressa osassa kun verkkotietojärjestelmällä suunnitellaan sähköverkkoa. Tietokone laskee eri vaihtoehtojen kustannukset ja saattaa suositella jotakin vaihtoehtoa. Suunnittelijan tehtävä on kuitenkin luoda eri vaihtoehdot ja valita niistä sopivin. Suunnitelmista dokumentoidaan verkkotietojärjestelmästä saadut kartat ja laskentalistaukset sekä mahdollisesti muita tiedostoja. (Lakervi & Partanen 2008.)

Suomessa sähköverkkoyhtiöt käyttävät pääasiassa kolmea eri verkkotietojärjestelmää. ABB Oy:n Integran lisäksi käytössä on Tieto Oyj:n PowerGrid sekä Tekla NIS. Kaikissa näissä ohjelmissa on pääosin samat perustoiminnot. Integran ja Tekla NIS:n ulkoasut ovat keskenään samankaltaisempia, kun taas PowerGrid:ssä symbolit ja verkon esitystapa poikkeaa edellisistä. Jokainen verkkoyhtiö valitsee omiin käyttötarpeisiinsa sopivimman verkkotietojärjestelmän ja sen mahdolliset lisäsovellukset.

3 YRITYKSET APUNA

3.1 ABB:n verkkotietojärjestelmä

ABB Oy on sähkövoima- ja automaatioteknologiayhtymä. Se toimii yli 100 maassa ja Suomessa yli 30 paikkakunnalla. ABB on Suomen suurin teollisuuden kunnossapitäjä ja yksi suurimmista teollisista työnantajista. ABB tarjoaa lukuisten muiden tuotteidensa lisäksi tietojärjestelmiä sähköverkon hallintaan. (ABB Oy.)

3.2 Esimerkkiverkko Savon Voima Verkolta

Savon Voima on energiayhtiökonserni, johon emoyhtiö Savon Voima Oyj:n lisäksi kuuluu sähköverkkopalveluja tuottava Savon Voima Verkko Oy ja salkunhallintapalveluja tuottava Savon Voima Salkunhallinta Oy. Savon Voiman sähköverkko sijaitsee suurimmalta osin Pohjois-Savossa ja siinä on kokonaisuudessaan noin 111 400 käyttöpaikkaa. Savon Voiman sähköverkosta Siilinjärven Toivalassa saatiin tätä opinnäytetyötä varten esimerkkiverkko. Esimerkkiverkon alueella sijaitsee n. 160 käyttöpaikkaa. (Savon Voima Oyj.)

3.3 Rakennekuvia HeadPower Oy:ltä

HeadPower on sisältö- ja sovelluspohjaisia palvelukokonaisuuksia energia- ja telealalle tuottava suomalainen yritys (HeadPower Oy). Yrityksen portaali sijaitsee internetissä ja portaalin kautta pääsee ohjeistoihin sekä sovelluksiin. Esimerkiksi Savon Voima käyttää HeadPowerin tuotteita monipuolisesti työnohjauksen integraatioalustana. Samaa portaalia käytetään siis töiden tilaukseen, ohjaukseen ja laskutukseen. (Verkon rakennusuutiset 3/2012, 6 - 7.)

Myös Savonia-ammattikorkeakoululla on käyttöoikeudet HeadPowerin portaaliin ja siellä esimerkiksi sähköverkon vakiorakenteisiin. Vakiorakenteet sisältävät tuotelistauksia ja rakennekuvia siitä, mistä osista tietyt verkon osat koostuvat. Näitä rakennekuvia haluttiin mahdollisuuksien mukaan lisätä tulevaan opetuslustaan. Asiaa selvitettiin HeadPower Oy:ltä ja saatiin lupa käyttää kuvia opetustarkeoituksiin Savonia-ammattikorkeakoulun sisäisessä verkossa.

4 MATERIAALIEN KOKOAMINEN

4.1 Ohjelmaan ja sen mahdollisuuksiin tutustuminen

Aluksi tutustuttiin ohjelmaan ja sen mahdollisuuksiin. Tutustumisen aikana selvitettiin, pystyykö ohjelmaan lisäämään tietoja, minkälaista teknistä osaamista tietojen lisääminen vaatii, missä muodossa tiedot voivat olla ja missä muodossa niiden käyttäjän kannalta olisi hyvä olla.

Työn mahdollisuutta tutkittaessa keskusteltiin ABB:n asiantuntijan kanssa. Keskustelussa selvisi, että ohjelman tuntemus riittäisi tekniseksi vaatimustasoksi datan lisäämiseen (Juuti 2012). Integran käyttöoppaasta saatiin selville, että ohjelmassa on mahdollista lisätä verkon komponenteille dokumentteja. Lisättävien dokumenttien tiedostomuotoa ei ole rajattu (ABB Oy 2009, 155 - 156). Helppokäyttöisyyttä ajatellen olisi kuitenkin järkevää, ettei tiedostojen avaaminen vaatisi montaa eri ohjelmaa.

Todettiin, että PDF-tiedostot ovat useimmiten jokaisella tietokoneella avattavissa. Myös jpg-muotoiset kuvatiedostot on yleisesti ottaen mahdollista avata kaikilla tietokoneilla. Päätettiin käyttää näitä tiedostomuotoja.

Materiaalin lisääminen ohjelmaan testattiin lisäämällä satunnainen PDF-tiedosto Intergrassa olevalle muuntamolle. Tämä onnistui hyvin, mutta herätti kysymyksiä ohjelman monikerroksisesta rakenteesta. Monta ikkunaa aukeaa, ennen kuin haluttu tiedosto saadaan auki. Jos samalla komponentilla on useita tiedostoja, niiden selaaminen on työlästä. Tiedostovalikkoikkuna sulkeutuu tiedoston valitsemisen jälkeen, eli päästäkseen katsomaan seuraavaa tiedostoa on valikko avattava uudestaan.

4.2 Materiaalit

Seuraava työvaihe oli materiaalien kokoaminen. Savon Voima Verkolta saatiin esimerkkiverkon kuvat sen käyttämästä verkkotietojärjestelmästä tulostettuna. Lisäksi saatiin verkon komponenttien tiedot sekä asiakkaiden kulutustiedot, joita laskenta tarvitsee.

Valokuvia varten käytiin Savon Voima Verkon työntekijän kanssa kierroksella esimerkkiverkon alueella, jotta kuvat olisivat oikeanlaisista komponenteista ja niiden käyttöön olisi täydet oikeudet. Näiden valokuvien käyttöoikeuksista tehtiin sopimus Savonia-ammattikorkeakoulun kanssa, jotta koululla olisi oikeudet käyttää kuvia jatkossakin. Kaikkiin valokuviiin merkittiin ottajan nimi, jotta työtä varten otetut kuvat tunnistaa myös jatkossa. Kuvassa 1 on esimerkki otetuista valokuvista.



KUVA 1. Toivalan sähköaseman ensimmäinen päämuuntaja (valokuva Salla Ryhänen.)

Joistakin verkon komponenteista oli vaikea saada valokuvaa. Rakennekuvia löytyi HeadPowerin verkoston vakiorakenteiden sovelluksesta. Näitä kuvia lisättiin kyseisille kohteille, kuten muuntamoille. Aivan kaikista komponenteista ei kuitenkaan ollut vielä olemassa rakennekuvia, joten niitä täytynee lisätä ohjelmaan myöhemmin.

Lisäksi mahdollisena materiaalina opetuslustoilla haluttiin käyttää standardeja, laskukaavoja ja verkostosuosituksia. Standardien käyttöoikeudet selvitettiin ja todettiin, että oppilaitokset saavat laittaa standardeja omaan verkkoonsa, kun niillä on SFS:n kanssa sopimus. Verkostosuositukset ovat usein monisivuisia, joten käytännön kannalta niitä ei kokonaisina kannata käyttää.

4.3 Karttapohjat

Seuraavaksi vuorossa oli karttapohjien etsiminen. Maanmittauslaitokselta saa käyttöön kartta-aineistoa, mutta sen käyttämä karttamuoto oli uudistunut eikä sopinut yhteen käytössä olevan Integra-version kanssa. Tämä yhteensopimattomuus aiheutti ongelmia, mutta se ratkaistiin siten, että ABB:ltä saatiin loppujen lopuksi vanhanmalliset karttapohjat käyttöön. ABB oli samanaikaisesti tekemässä vastaavia karttapohjamuodon uudistuksia itse ohjelmaan, joten jatkossa uudenmalliset kartat käyvät myös Integraan.

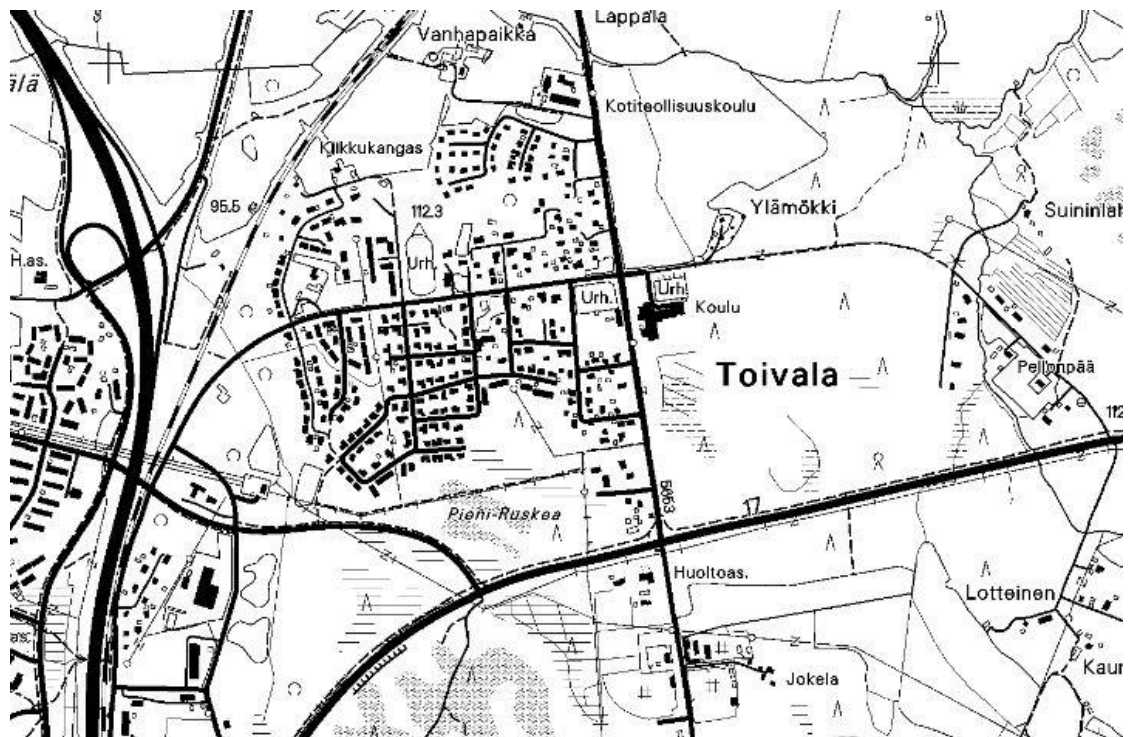
5 ESIMERKKIVERKON TEKEMINEN

Työtä varten käytössä oli yksi Savonia-ammattikorkeakoulun sähkötekniikan laboratorion kannettavista tietokoneista, johon oli asennettu Integra.

5.1 Karttapohjien vieminen Integraan

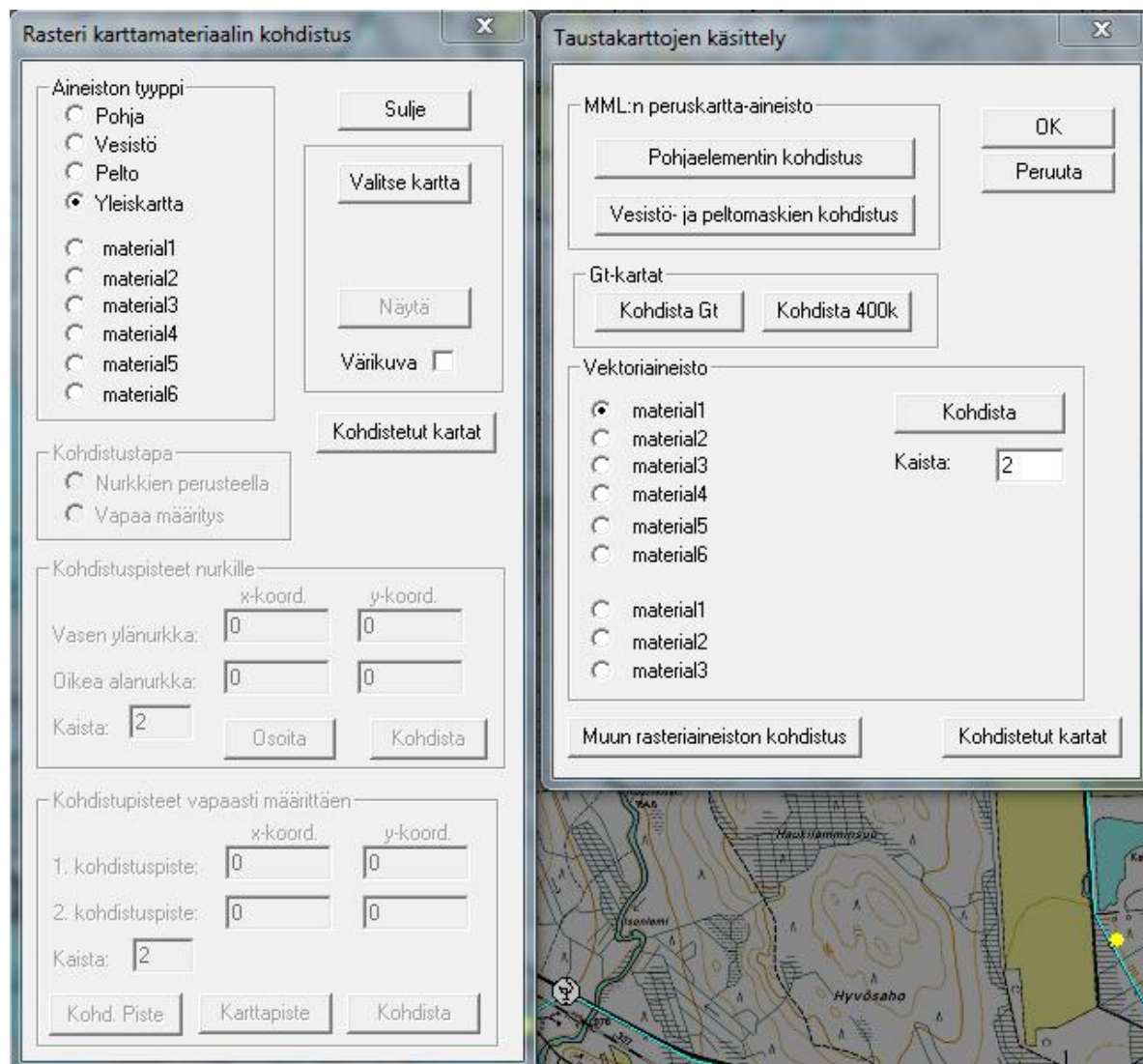
Karttapohjien asennusohjeet Integran käyttöoppaassa ovat suhteellisen yksityiskohtaiset, mutta silti karttapohjia oli vaikeaa saada toimimaan.

Työtä varten saadut karttapohjat olivat kaksi rasterimuotoista musta-valkoista maanmittauslaitoksen vanhempaa karttaa. Alueella on noista kartoista tapahtunut muun muassa tiemuutoksia, mutta esimerkkiverkkoon vaikuttavia suuria muutoksia ei pitäisi olla.



KUVA 2. Ote käytetystä karttapohjasta

Kartoille on annettu kohdistustiedot jokaiselle nurkalle. Kartat tallennettiin koneelle kartta-aineistolle olevaan hakemistoon, jonka jälkeen avattiin Integrasta valikko *Asetukset*. Sieltä valittiin *Taustakartat ja kohdistaminen*, jonka jälkeen ruutuun aukesi uusi kohdistusikkuna. Taustakarttojen kohdistamiseen on ikkunassa tarjolla monia vaihtoehtoja, mutta tässä tapauksessa valittiin alareunasta vaihtoehto *muun rasteriaineiston kohdistus*.



KUVA 3. Kartta-aineiston kohdistusvalikot

Tämän jälkeen ohjelma antoi jälleen uuden ikkunan, jossa määritettiin kartan tyyppi, valittiin kartta hakemistosta sekä annettiin kartan kohdistustiedot. Kartalle valittiin tyyppiksi *yleiskartta*, jonka jälkeen *valitse kartta* -painiketta painamalla saatiin auki valikko, josta löytyy tallennetut karttapohjat. Tässä vaiheessa ei hakemistoa voinut enää selata, vaan karttojen täytyi olla oikeassa kansiossa, joka määrittyy karttatyyppin perusteella. Kun haluttu kartta oli valittu, valittiin kohdistustapa. Koska kohdistustiedot olivat olemassa, valittiin tavaksi *nurkkien perusteella*, jonka jälkeen annettiin vasemman ylänurkan ja oikean alanurkan x- ja y-akselien kohdistukset. Sen jälkeen painettiin painiketta *kohdistus*. Kun kartta oli kohdistettu, avattiin *kohdistetut kartat* -valikko, josta valittiin äsken kohdistettu kartta, ja painettiin *päivitä* -painiketta. Tästä samasta valikosta on myös mahdollista poistaa kohdistettu kartta.

Tässä vaiheessa kartan tulisi näkyä ohjelmassa. Tätä tehdessä kuitenkin kartan näkymisen kanssa oli ongelmia, jotka ilmeisesti liittyivät väriasetuksiin. Väriasetukset voi tarkistaa *asetukset* -valikon kohdasta *taustakartat ja näkyvyys*. Siellä on *värit* -painike, josta löytyy asetukset yksivärisille materiaaleille. Valitaan tyypiksi *pohja* ja taustaväriksi harmaa ja tekstiväriksi musta. Näitä asetuksia seuraamalla kartta saatiin näkymään ohjelmassa.

Jotta karttojen zoomaus olisi sujuvampaa, olisi ohjelmaan hyvä syöttää useita eri mittakaavan karttoja päällekkäin. Tällöin kartan koko ja eri kohteiden tarkkuus vaihtuvat, kun karttoja zoomataan lähemmäs tai loitommas. Esimerkkiverkossa on nyt kuitenkin vain yksi yleiskarttapohja. Se toiminee käyttötarkoituksessaan toistaiseksi.

5.2 Verkon piirtäminen

Esimerkkiverkoksi valittiin yksi keskijännitelähtö ja siihen liittyvät pienjännitelähdöt. Täten esimerkkiverkossa on noin 160 kulutuspaikkaa ja se koostuu sekä ilmajohdoista että maakaapeleista. Alueella sijaitsevat kuluttajat ovat rivi- ja omakotitaloja. Verkossa on yksi sähköasema, yksi puistomuuntamo, neljä pylväsmuuntamoja sekä useita jako- ja haaroituskaappeja.

Ennen verkon piirtämistä päivitettiin Integran tietokantaan kaikki tarvittavat johdinlajit, jotta linja piirrettäisiin oikein. Johtimille merkitään tietokantaan laskentaa varten tarvittavat reaktanssi- ja resistanssiarvot, jotka esitetään taulukossa 1. Pienjänniteverkossa oli APYAKMM-johtoja, jotka ovat vanhoja paperieristeisiä kaapeleita. Nämä on korvattu esimerkkiverkossa AMCMK- johtimilla, joilla on sama poikkipinta-ala.

TAULUKKO 1. Johtolajien sähköisiä ominaisuuksia

Johdinlaji	Tunnus Integrassa	resistanssi Ω/km	reaktanssi Ω/km	kuormitettavuus A
AHX-W 185	MA186	0,169	0,11	330
Raven	AF63	0,537	0,372	280
Sparrow	AF40	0,849	0,392	210
AXMK 4*150S	AX150	0,206	0,083	290
AXMK 4*185S	AX185	0,164	0,082	330
AXMK 4*50S	AX50	0,641	0,086	150
AXMK 4*95S	AX95	0,32	0,085	220

Verkon piirtäminen Integraan aloitettiin Toivalan sähköasemasta, johon liitettiin yksi keskijännitelähtö. Keskijännitelinja, sen muuntamot ja erottimet piirrettiin sekä syötettiin komponenteille ne tiedot, jotka Savon Voimalta oli saatu. Esimerkkiverkossa on käytetty pääosin samoja muuntamo- ja erotintunnuksia kuin Savon Voima käyttää omassa järjestelmässään.

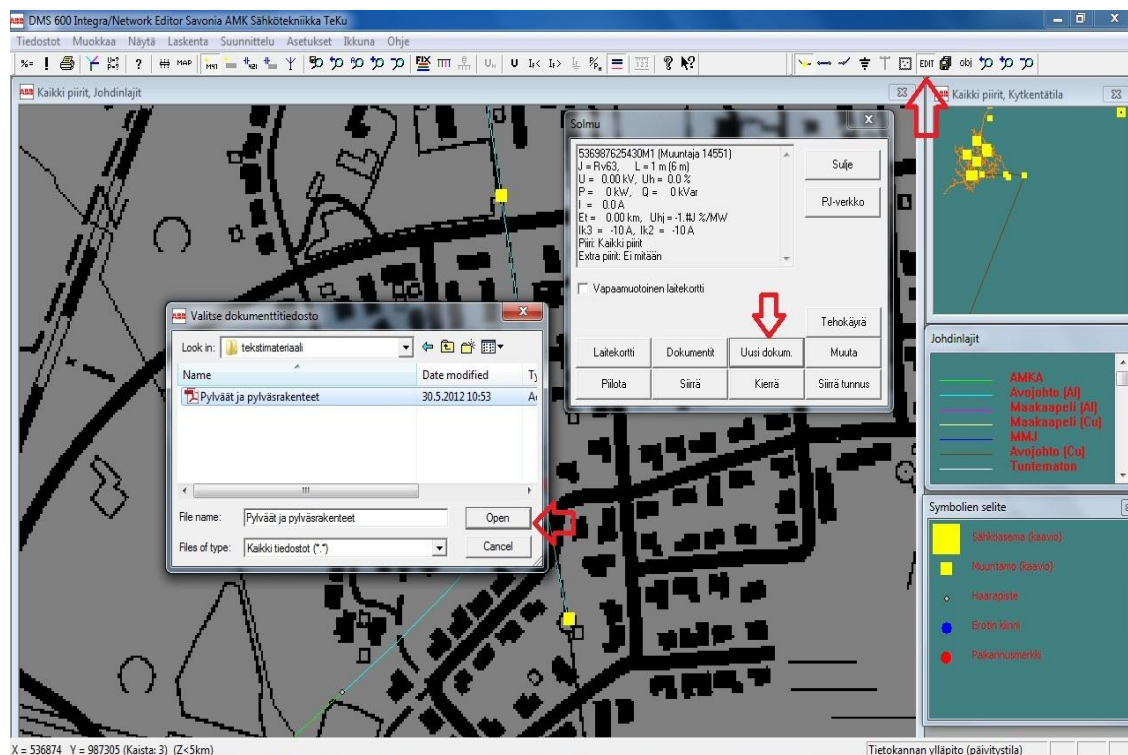
Kun keskijänniteverkko oli valmis, piirrettiin pienjänniteverkot jako- ja haaroituskaappeineen. Liittymät piirrettiin ohjelmaan, mutta niihin ei merkitty toistaiseksi kulutustietoja. Liittymätietoihin ei myöskään laitettu asiakkaiden tietoja eikä todellisia käyttöpaikkanumeroita käytetty, vaan liittymät nimettiin satunnaisesti. Näin suojeltiin kuluttajien yksityisyyttä.



KUVA 4. Ohjelmaan piirretty verkko

5.3 Rakenne- ja valokuvien sekä muun lisätiedon lisääminen

Valmiiseen esimerkkiverkkoon pystyttiin lisäämään halutunlaisia lisätietoja. Tiedoston lisäämiseksi Integran täytyy olla muokkaustilassa. Tämän jälkeen valittiin kartalta komponentti, jolle tietoa haluttiin lisätä. Kuvassa 3 näkyy ikkuna, joka aukeaa komponentin valinnan jälkeen. *Uusi dokumentti* -painikkeesta avautuu valintaikkuna, jolla voidaan selata haluttu dokumentti ja *Open* -painikkeesta se tallentuu. Tiedostotyyppiä kannattaa valintaikkunassa valita *kaikki tiedostot*, jolloin valikko näyttää tiedostot tiedostotyyppistä riippumatta.



KUVA 5. Tiedoston lisääminen

Käytössä olleelle koneelle tehtiin tiedostokansio, johon tallennettiin kaikki ohjelmaan lisättävät tiedostot. Kansiorakenne pyrittiin tekemään jatkokäytön kannalta mahdollisimman selkeäksi (Liite 2).

Sähköasemalle lisättiin muuntajalle valokuvat muuntajasta ja sen tietokilvestä. Tietokilvestä nähdään muuntajan sähköisten arvojen lisäksi muun muassa sen kytkentä. Pylväsmuuntamoille 14033 sekä 14551 lisättiin myös valokuvat kyseisistä muuntamoista. Muuntamolla 14551 kuvassa erottuu hyvin myös erottimen käsiohjaus. Tälle muuntamolle laitettiin myös rakennekuva vastaavanlaisesta muuntamosta. Rakennekuvasta erottuvat eri osat ja niiden mitat valokuvaa selkeämmin. Molempien muuntamoiden pj-keskuksille lisättiin myös kuvat pj-keskuksista. Kuvista nähdään hyvin kahden eri aikakauden tekniikoilla toteutettujen pj-keskusten eroavaisuuksia. Lisäksi muuntamon 14246 pj-keskukselle laitettiin valokuva, sillä se sijaitsee edellisistä maahan sijoitetuista pj-keskuksista poiketen pylväässä, sillä kyseinen pj-verkko on ilmajohtoa. Muuntamolle 14248 puolestaan lisättiin rakennekuva pylväsmuuntamon maadoituksesta.

Puistomuuntamolle 14477 lisättiin valokuva sekä koko muuntamokopista että kuvat ovien takaa pj-keskuksesta ja muuntajatilasta. Kuvassa ei ole muuntamo 14477 vaan vastaava samalla alueella sijaitseva muuntamo. Lisäksi puistomuuntamolle lisättiin rakennekuva ulkoa hoidettavasta puistomuuntamosta, josta saa selkeimmän käsityksen muuntamon rakenteesta ja sisällöstä.

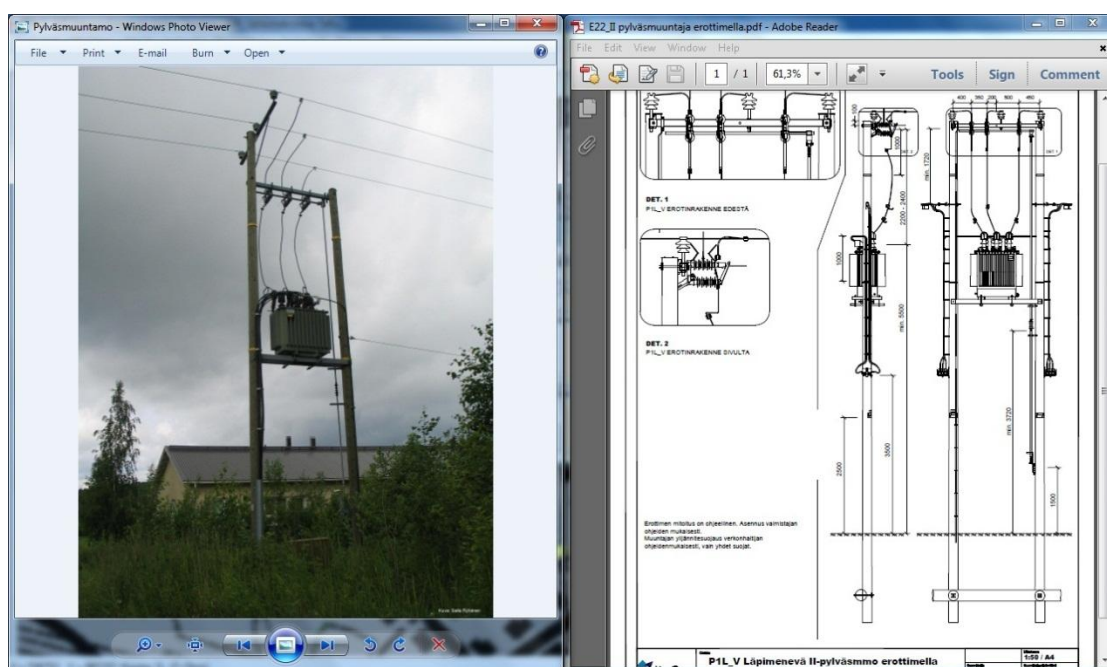
Muuntopiirissä 14551 lisättiin jakokaapille valokuva jakokaapista ulkoa ja sisältä. Erottimelle 14-153 sekä erotuskohdalle 14JT15 lisättiin rakennekuvat selkeyttämään erotinlaitteen ja erotuskohdan rakennetta ja niiden eroja. Kj-verkon ensimmäiselle solmulle, jossa maakaapeli vaihtuu sähköaseman jälkeen ilmajohdoksi, laitettiin valokuva liitoskohdasta.

Muuntamolle 14246 lisättiin tekstitiedosto jakelumuuntajien kuormituksesta. Teksti on ote verkostonuosituksesta sa_2-08 Pienjänniteverkon ja jakelumuuntajan sähköinen mitoittaminen. Pylvästyypeistä otettuja valokuvia ei sijoitettu vielä malliverkkoon, sillä käytössä oleva Integra ei näytä pylväitä verkolla.

6 VALMIS OPETUSALUSTA JA SEN KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET

6.1 Havainnollistavuus

Ensisilmäyksellä valmis esimerkkiverkko on samanlainen kuin Integran aiemmat verkot. Tietoa on nyt kuitenkin tavallista enemmän verkon komponenteilla. Liitetyt dokumentit pystytään avaamaan verkon selailutilassa valitsemalla haluttu komponentti, minkä jälkeen ruutuun aukeaa perustietoi-
ku. Ikkunassa on painike *dokumentit*, jota painamalla saadaan esille dokumenttivalikko. Kuvat au-
keavat tietokoneen kuvien katseluohjelmassa ja PDF-dokumentit tietokoneella olevassa PDF-
katseluohjelmassa. Kaikilla kohteilla kuvia tai dokumentteja ei vielä ole, mutta opetuslustralle voi-
daan niitä lisätä.



KUVA 6. Lisätyt dokumentit avautuvat omiin ohjelmiinsa. Kuvassa esimerkkinä II-pylväsmuuntamo, valokuva ja rakennekuva

6.2 Tuki teorialle

Sähkönjakelutekniikan teoreettisen opetuksen tueksi haluttiin hyvän kokonaiskuvan sähköverkosta ja sen suunnittelusta antavaa opetusmateriaalia. Malliverkko sisältää nyt myös teoriaa tukevia tietoja, kuten standardeja ja otteita verkostosuosituksista. Opettajan on mahdollista lisätä tai muuttaa tiedostoja ohjeistuksien muuttuessa tai opetukseen parhaiten sopiviksi. Näin opetusmateriaalit pysyvät ajan tasalla.

6.3 Suunnitteluharjoitukset

Esimerkkiverkko on rakenteeltaan hieman vanhanaikainen ja hyvin todennäköisesti saneerattava kohde tulevaisuudessa. Tämä ei kuitenkaan välttämättä ole opetuksen kannalta haitta, vaan kohde voi olla erinomainen esimerkki nykyaikaistettavasta kohteesta. Näin ollen siitä on helppoa jatkossa laatia erilaisia harjoitustehtäviä opetukseen. Keskijänniteverkko olisi esimerkiksi muutettava säävarmaksiksi verkoksi eli maakaapeliksi tai PAS-linjaksi tien laitaan ja lisäksi samalla voisi tarkastella muuntamoiden määrää ja kokoa.

Todellisuudessa kyseinen keskijännitelähtö yhdistyy maakaapeliyhteydellä toiseen keskijännitelähtöön muodostaen rengasverkon ja parantaen sähkön toimitusvarmuutta. Rengasverkon lisääminen voisi olla myös hyvä verkonpiirtoharjoitus esimerkkiverkossa.

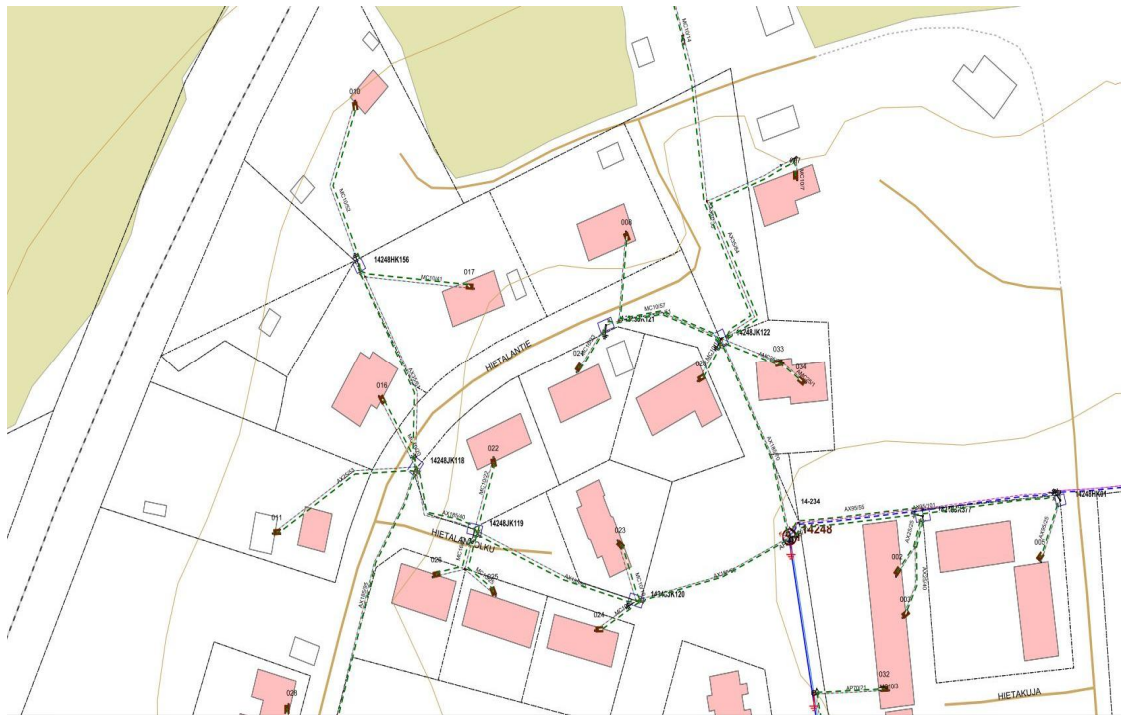
6.4 Opetusalustan kehittäminen

Opetusalusta on olemassa toistaiseksi vain yhdellä koneella, joten ensimmäinen kehitysvaihe olisi saada esimerkkiverkko näkymään kaikilla koulun Integra-työpisteillä. Vasta tämän jälkeen sitä pystytään hyödyntämään opetuksessa. Tähän vaiheeseen tarvittaneen avuksi henkilöä, jolla on oikeudet päivittää Integra koulun verkossa.

Esimerkkiverkon materiaaleja voi ja tulee päivittää. Opettaja voi muokata materiaaleja omaan opetusmateriaaliinsa sopivimmaksi, lisätä uusimmat suositukset ja standardit sekä poistaa vanhentuneita tai turhiksi kokemiaan dokumentteja. Opetusalustan tarkoitus on opetuksen laadun parantaminen ja oppimisen monipuolistaminen, joten materiaalin tulee palvella sekä opettajaa että opiskelijoita parhaalla mahdollisella tavalla.

Perinteisen sähkötekniikan suunnittelun lisäksi sähköinsinöörit työllistyvät yhä useammin maastosuunnittelun pariin, ja sen opetukselle olisi näin ollen tarvetta jo insinöörikoulutuksessa. Jatkossa voisi selvittää mahdollisuutta liittää maastosuunnittelusovellus verkkotietojärjestelmään, jotta maastosuunnitteluun päästäisiin tutustumaan muun verkostosuunnittelun ohella. Näin parannettaisiin tulevien insinöörien työelämävalmiuksia.

Jos Savonia-ammattikorkeakoululla oleva Integra-versio päivittyy uusia karttapohjia tukevaksi, voisi esimerkkialueen karttapohjan mahdollisesti vaihtaa Maanmittauslaitoksen uuteen kartta-aineistoon. Vektorimuotoiset kartta-aineistot olisivat rasteriaineistoa visuaalisesti siistimmät ja toisivat ohjelman hieman modernimman ilmeen.



KUVA 7. Malli vektorimuotoisesta kartta-aineistosta Savon Voiman järjestelmässä

Mikäli itse ohjelmaa haluttaisiin kehittää, voisi dokumenttivalikkojen moniportaisuutta pienentää tai edes saada valikkoikkuna pysymään avoinna tiedoston valinnan jälkeen, jottei sitä tarvitsisi tiedostoja selatessa avata joka kerta uudelleen. Lisäksi opetuksessa voisi olla apua siitä, jos ne komponentit joille on lisätty dokumentteja, erottuisivat jotenkin karttanäkymästä.

7 YHTEENVETO

Työssä oli tarkoituksena selvittää dokumenttien lisäämisen mahdollisuus Savonia-ammattikorkeakoululla opetuskäytössä olevaan sähkönjakelun verkkotietojärjestelmään. Ohjelmaan haluttiin luoda uudenlainen opetusala, joka sisältäisi aikaisempaa enemmän tietoa verkon komponenteista. Haluttiin myös havainnollisempaa opetusmateriaalia kuin aiemmin.

Aluksi tutustuttiin ohjelmaan ja selvitettiin työn vaatima osaamistaso. Kun selvisi, että dokumenttien lisääminen olisi mahdollista, ryhdyttiin keräämään muuta tarvittavaa materiaalia. Esimerkkiverkko saatiin Savon Voima Verkko Oy:ltä ja rakennetietoja HeadPower-portaalista.

Työ tehtiin yhdelle Savonia-ammattikorkeakoulun tietokoneelle, johon oli asennettu Integra. Työssä tallennettiin uusi karttapohja Integraan ja sen päälle sijoitettiin esimerkkiverkko, joka koostui yhdestä keskijännitelähdöstä, viidestä muuntamosta ja niiden pienjännitemuuntopiireistä. Verkossa on sekä ilmajohtoa että maakaapelia. Tämän verkon komponenteille syötettiin haluttuja rakennetietoja, kuten valokuvia, jotka oli otettu kyseisistä komponenteista, sekä rakennekuvia.

Esimerkkiverkko on käytössä toistaiseksi vain yhdellä tietokoneella. Kun se asennetaan kaikkiin työpisteisiin, voidaan sitä käyttää opetusalaana sähkönjakelutekniikan ja tietokoneavusteisen verkoston suunnittelun opetuksessa. Koska esimerkkiverkko on hieman vanhahkoa verkkoa, se soveltuu mainiosti myös suunnitteluharjoituskohteeksi.

Opetusalan päivitys on kohtalaisen helppoa, ja sen ajan tasalla pitäminen sekä kehittäminen onnistunevat hyvin. Opettaja pystyy lisäämään komponenteille haluamaansa opetusmateriaalia. Käytössä opetusala muokkautuu parhaiten opetusta tukevaan muotoon.

LÄHTEET

ABB OY 2009. MicroSCADA pro DMS 600 4.3 Pääkäyttäjän ohje.

ABB OY [verkkosivu]. [viitattu 11.4.2013]. Saatavissa:

<http://www.abb.fi/cawp/fiabb251/0b5e2755355c156dc12579bb003910a4.aspx>

HEADPOWER OY. Yritysesittely [verkkosivu]. [viitattu 13.3.2013]. Saatavissa:

<https://www.headpower.fi/>

JUUTI, Pentti 2012. ABB Oy:n markkinointipäällikkö/Power Systems. [sähköpostikeskustelu].

LAKERVI, Erkki & PARTANEN, Jarmo 2008. Sähkönjakelutekniikka. 2. painos. Helsinki: Otatieto.

SAVON VOIMA OYJ. Savon Voima tänään [verkkosivu]. [viitattu 13.3.2013]. Saatavissa:

<http://www.savonvoima.fi/Yritysesittely/Konserni/Sivut/konserni.aspx>

VERKON RAKENNUSUUTISET 3/2012. Hyvästit ylimääräiselle työlle [digilehti]. [viitattu 12.11.2012].

Saatavissa: <https://www.headpower.fi/>

LIITE 1

INTEGRAAN LISÄTYT DOKUMENTIT

Valokuvat

- 20 kV lähtö
- 20 kV lähtö, orsi
- Jakokaappi
- Jakokaappi sisältä
- Muuntajakilpi 1
- Pj-keskus 14033
- Pj-keskus maassa
- Pj-keskus pylväässä
- Puistomuuntamo ABB
- Puistomuuntamo ABB muuntaja
- Puistomuuntamo ABB pj-keskus
- Pylväsmuuntamo 14033
- Pylväsmuuntamo 14551
- Päämuuntaja 1

Rakennekuvat

- E22_ II pylväsmuuntamo erottimella
- JT-erotuskohta
- Puistomuuntamo, ulkoa hoidettava
- Pylväserotin, käsiohjaus
- Pylväsmmo maadoitus

Tekstitiedostot

- Jakelumuuntajan mitoitus

LIITE 2

KANSIORAKENNE

Karttapohjat on tallennettu seuraavaan kansioon

- ◆ Paikallinen levy (C:)
 - ⇒ Savonia_AMK
 - ⇒ map
 - ⇒ muuaines
 - ⇒ B333110, B333301

Muut työhön liittyvä tiedostot

- ◆ Desktop
 - ⇒ Integra aineisto
 - ⇒ kartat
 - ⇒ Kuopio
 - ⇒ B333110, B333301, Kartta_kohdistus
 - ⇒ kuvat
 - ⇒ 20kV_lähtö, 20kV_lähtö_orisi, Erottimen käsiohjaus, Jakokaappi sisältä, Jakokaappi, Muuntajakilpi 1, Muuntajakilpi 2, pj-keskus 14033, pj-keskus maassa, pj-keskus pylväässä, Puistomuuntamo ABB katkaisijat, Puistomuuntamo ABB muuntaja, Puistomuuntamo ABB pj-keskus, Puistomuuntamo ABB, Pylväs_A, Pylväs_I, Pylväs_II, Pylväs_kulmarakenne, Pylväs_yhteiskäyttö, Pylväsmuuntamo 14033, Pylväsmuuntamo 14551, Päämuuntaja 1, Päämuuntaja 2, TOI_kaavio
 - ⇒ Rakennekuvat
 - ⇒ AXMK_maakaapelit, E22_II pylväsmuuntaja erottimella, JT-erotuskohta, kaukokäytettävä pylväserotin, Puistomuuntamo ulkoa hoidettava, pylväserotin käsiohjaus, pylväsmmo maadoitus
 - ⇒ Tekstimateriaali
 - ⇒ Jakelumuuntajan kuormitus, sa_2-08 Pienjänniteverkon ja jakelumuuntajan sähköinen mitoittaminen, sa_5-94 Keskijänniteverkon sähköinen mitoittaminen
 - ⇒ Verkko
 - ⇒ Jakokaappikaaviot
 - ⇒ Mp 14022
 - ⇒ 14022JK174, 14022JK175, 14022JK176, 14022JK177, 14022JK178, 14022JK, 14022JK300, 14022JK301, 14022JK302, 14022JK303, 14022JK304, 14022JK305, 14022JK308, 14022JK309, 14022JK310, 14022JK311, 14022JK312
 - ⇒ Mp 14033
 - ⇒ 14033JA001, 14033JK927
 - ⇒ Mp 14078
 - ⇒ 14078JK240, 14078JK588, 14078JK589, 14078JK636
 - ⇒ Mp 14248

- ⇒ 14248HK01, 14248HK156, 14248JK117, 14248JK118, 14248JK119, 14248JK120,
14248JK121, 14248JK122, 14248JK377
- ⇒ Mp 14336
 - ⇒ 14336JK398, 14336JK399, 14336JK400, 14336JK590
- ⇒ Mp 14477
 - ⇒ 14477JK108, 14477JK109, 14477JK110, 14477JK111, 14477JK112, 14477JK113,
14477JK114, 14477JK115, 14477JK116, 14477JK687
- ⇒ Mp 14551
 - ⇒ 14551HK01, 14551HK02, 14551HK03, 14551JK417, 14551JK575
- ⇒ Muuntamot
 - ⇒ Muuntamo_14022, muuntamo_14033, muuntamo_14078, muuntamo_14246, muunta-
mo_14248, muuntamo_14336, muuntamo_14375, muuntamo_14477, muuntamo_14551
- ⇒ Verkko
 - ⇒ Verkko_1, verkko_2, verkko_3, verkko_4, verkko_5, verkko_6